

Тема 1. Модели гидродинамики и теплообмена

Основные понятия механики сплошных сред. Обзор наиболее употребительных математических моделей сплошных сред. Лагранжев и эйлеровы подходы к описанию сплошной среды. Система уравнений Эйлера. Различные формы дифференциального уравнения энергии в движущейся среде.

Обзор моделей теплообмена – конвективный, кондуктивный, радиационный. Модель вязкой среды. Диффузия в газах и жидкостях.

Система уравнений Навье-Стокса. Обобщение системы Навье-Стокса на случай теплопроводной многокомпонентной среды.

Постановки начально-краевых задач в теории теплообмена. Задачи сопряженного теплообмена.

Элементы теории размерностей. Подобие физических явлений. Теория подобия и П-теорема.

Тема 2. Модели турбулентных течений

Ламинарные и турбулентные течения. Переход к турбулентному режиму течения. Критическое число Рейнольдса. Вихревая структура турбулентных течений. Энергия и масштаб турбулентности. Основные математические подходы к анализу турбулентности.

Вывод уравнений для характеристик турбулентности. Осредненные по Рейнольдсу уравнения движения вязкой несжимаемой жидкости.

Теплообмен в турбулентной среде. Уравнения для температурных параметров турбулентности. Осредненная форма уравнения энергии.

Классификация моделей турбулентности. Алгебраические модели турбулентности. Дифференциальные модели с одним и двумя параметрами турбулентности.

Алгебраические и дифференциальные модели рейнольдсовых напряжений. Моделирование турбулентности на основе концепции крупных вихрей.

Тема 3. Численные методы гидродинамики

Сетка и сеточные функции. Метрические свойства разностной сетки. Аппроксимации дифференциальных операторов первого и второго порядков на сетках регулярной структуры. Погрешность аппроксимации. Разностная схема. Устойчивость разностных схем. Связь аппроксимации, устойчивости и сходимости разностных схем.

Конечно-разностные и конечно-объемные аппроксимации на неструктурированных сетках. Метод конечных элементов.

Консервативные разностные схемы. Однородные разностные схемы. Монотонность разностных схем.

Метод опорных операторов как способ согласованной аппроксимации основных операций векторного анализа.

Разностные схемы метода опорных операторов для уравнения Пуассона.

Аппроксимация нестационарных уравнений. Принцип расщепления по физическим процессам. Схемы суммарной аппроксимации.

Методы решения нелинейных уравнений разностных гидродинамических моделей с учетом диссипативных процессов.

Тема 4. Модели динамически и термодинамически неравновесной двухфазной среды.

Дискретные модели сплошной среды. Модель динамически и термодинамически неравновесной двухфазной среды. Система уравнений массового, динамического и энергетического балансов для парокапельной среды.

Уравнения конвекции-диффузии для неконденсируемого газа и твердых примесей. Замыкание системы уравнений динамики двухфазной среды - уравнения состояния.

Различные модели течения конденсирующегося и влажного пара. Пленочная и капельная конденсация. Теплообмен при пленочной конденсации на вертикальной поверхности: решение Нуссельта, анализ основных допущений.

Кипение жидкостей. Условия зарождения парового зародыша в объеме перегретой жидкости и на твердой поверхности нагрева.

Анализ размерностей. Параметры подобия для системы уравнений двухфазной среды. Оценки характерных скоростей основных процессов.

Типовые задачи динамики двухфазных сред. Количественные характеристики и режимы течения двухфазных потоков в трубах. Характер изменения среднemasсовой температуры жидкости, температуры стенки, расходного массового паросодержания по длине обогреваемого канала.

Тема 5. Задачи динамики двухфазных сред в контурно-гидравлических теплообменных сетях ЯЭУ.

Задачи динамики двухфазных сред в контурно-гидравлических теплообменных сетях ЯЭУ. Течение в необогреваемой трубе с постоянным расходом и скачкообразным изменении энтальпии теплоносителя на входе.

Течение в равномерно обогреваемой трубе с постоянным расходом теплоносителя на входе и заданным законом изменения во времени энтальпии теплоносителя на входе и интегральной мощности, подводимой к теплоносителю.

Мгновенное открытие задвижки на входе необогреваемого объема с гомогенной средой в условиях отсутствия потерь на трение в гидравлическом соединении.

Мгновенное изменение давления на входе необогреваемого объема с гомогенной средой в условиях наличия потерь на трение в гидравлическом соединении.